

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-210475

(43)Date of publication of application : 02.08.1994

(51)Int.Cl.

B23K 26/04  
B23K 26/00  
B23K 26/08  
B25J 9/10

(21)Application number : 05-004981

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 14.01.1993

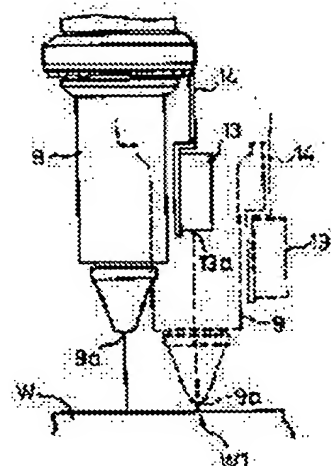
(72)Inventor : NIHEI AKIRA  
TERADA AKIHIRO  
SASAKI YASUO  
TAKAMATSU HIROSHI

## (54) HEIGHT SENSOR DEVICE FOR LASER ROBOT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a laser robot with a compact height sensor device capable of measuring the correcting data of a height and a distance with high accuracy when positioning the laser beam machining head of a laser robot at the starting point of a laser beam machining.

**CONSTITUTION:** A height sensor device 13 is mounted in parallel with the laser beam machining head 9 of a laser robot 1, and in a nearest position where the height sensor device comes into almost close contact with the working head. Moreover, the three dimensional distance data of the laser outgoing port 9a of the laser beam machining head 9 and the measuring end 13a of the height sensor device 13 are stored in a robot control device in advance. Based on this distance data, the longitudinal direction distance of the laser outgoing port 9a of the laser beam machining head 9 is corrected by automatically measuring the longitudinal direction distance at the starting point of a laser beam machining directly from the upside.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

04.12.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-210475

(43)公開日 平成6年(1994)8月2日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/04	C	7425-4E		
26/00	M	7425-4E		
26/08	H	7425-4E		
B 2 5 J 9/10	A			

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-4981  
(22)出願日 平成5年(1993)1月14日

(71)出願人 390008235  
ファナック株式会社  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地  
(72)発明者 二瓶 亮  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内  
(72)発明者 寺田 彰弘  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内  
(74)代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

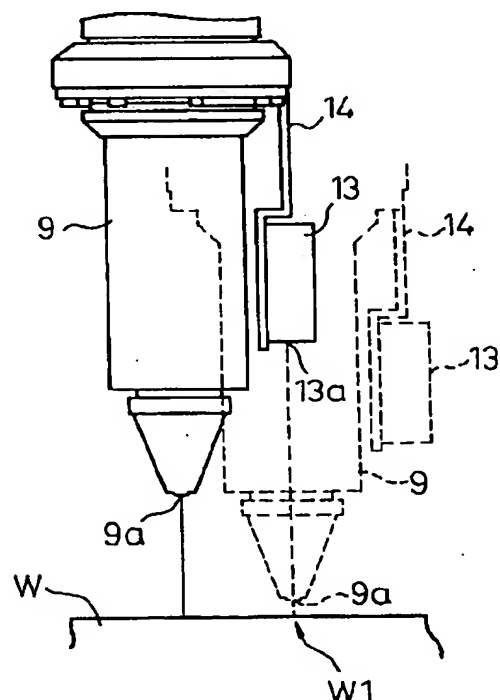
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザロボットのハイトセンサ装置

(57)【要約】

【目的】 レーザロボットの加工ヘッドをレーザ加工開始点に位置決めする際の高さ距離の補正データを高精度で測定可能なコンパクトなハイトセンサ装置を備えたレーザロボットを提供すること。

【構成】 レーザロボット1の加工ヘッド9に平行に、かつ、略密着した直近位置にハイトセンサ装置13を取着し、しかも、加工ヘッド9のレーザ出射口9aとハイトセンサ装置13の測定端13aとの3次元距離データを予めロボット制御装置10に記憶し、この距離データに基づいてレーザ加工開始点の縦方向距離を直接上方から自動測定して加工ヘッド9のレーザ出射口9aの縦方向距離を補正するように構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザロボットの加工ヘッドの中心軸線と平行に、かつ該加工ヘッドとの略密接位置に取付けブラケットを介して取着されると共に被加工ワークの加工面から前記加工ヘッドのレーザビーム出射口までの縦方向距離を自動測定する測定ヘッドを備え、前記加工ヘッドと前記測定ヘッドの中心軸間距離と、前記加工ヘッドと前記測定ヘッドの両先端間の縦方向距離とを既知データとしてロボット制御装置に記憶させたことを特徴とするレーザロボットのハイトセンサ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザロボットのハイトセンサ装置に関し、特に、レーザロボットの先端に具備されたレーザビーム出射用の加工ヘッドを備え、同加工ヘッドを2つの送り駆動モータを有した付加軸装置の制御動作で小径の加工軌跡に沿って送り動作させることにより、加工ヘッドのレーザビーム出射口から出射されるレーザビームによって効率的にワークにレーザ加工を行う構成のレーザロボットに具備され、被加工ワークの加工面に対する加工ヘッドのレーザ出射口までの縦方向距離を自動測定して加工開始点における縦方向距離を補正し、高精度のレーザ加工を遂行可能にするレーザロボットのハイトセンサ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】レーザロボット、特に、周知の6軸動作自由度を有した多関節型レーザロボットにおいて、同ロボットの先端の可動要素である手首に2つの駆動モータを付加的に具備した付加軸機構を備え、同付加軸機構によりレーザ出射用の加工ヘッドを2軸座標平面内で所定の移動軌跡をレーザ加工の送り動作軌跡として作動させ得るようにしたものが周知であり、特に、上記の送り動作軌跡は主として小径の円軌跡からなることにより、ワークに小穴レーザ精密加工を実施するようにしたレーザロボットは既に提案され、実用化されつつある。このような付加軸機構を有した多関節型レーザロボットは、図2に示すロボット機体の一般的な構成を有し、周知のロボット制御装置により作動制御され、所定のレーザ加工作業を遂行する。

【0003】同レーザロボットの機体1は、ロボットベース2に直立されたロボット胴部3の上部に水平面内で旋回可能なロボット旋回胴4を有し、このロボット旋回胴4の一端に枢着されたロボット上腕5は水平軸心回りに回転可能に設けられ、同ロボット上腕5の先端に枢着されたロボット前腕6は、ロボット上腕5に対して水平軸心回りに回転可能になっており、このロボット前腕6の先端に三次元空間内で3つの相互に直交する軸心回りに回転可能な3自由度のロボット手首7が取着されており、このロボット手首7に取着された付加軸機構8がレーザビーム出射用の加工ヘッド9を有している。

【0004】そして、上記の付加軸機構8には、図示されていないが、2つのサーボモータから成る送り駆動モータが内蔵され、ロボット制御装置の指令に応じて、加工ヘッド9のレーザビーム出射口9aを、例えば、1つの直交2軸座標平面内で所望の軌跡に沿って移動可能に制御し、レーザビームの照射により切断加工、孔明け加工等のレーザ加工を実施できる構成となっている。

【0005】このような付加軸機構8は、主として加工ヘッド9により被加工ワークに小径穴の加工を実施する場合に主として用いるために設けられ、同付加機構8はロボット機体1の6軸系の可動要素（ロボット旋回胴4、ロボット上、前腕5、6、ロボット手首7）が動作しているときには、レーザ加工ヘッド9のレーザ出射口9aを所定の原点位置に停止、保持しており、レーザ加工の開始時には、予め教示された加工プログラムに従ってロボット機体1により、先ず、加工ヘッド9のレーザ出射口9aが所望の被加工小穴の中心位置に設定され、かつ、レーザビームの焦点を同中心位置に合致させるように位置決めが行われる。その後、付加軸機構8の2つの駆動モータが作動して所望の小穴加工軌跡の加工開始点へレーザ出射口9aを移動、位置決めし、同加工開始点から小穴加工軌跡に沿って当該加工ヘッド9を軌跡動作させ、レーザ加工による穿孔加工が行われる。

【0006】然しながら、複数の被加工ワーク間の寸法的なバラツキや同じ被加工ワークでも加工位置の違いにより、ワーク厚さ寸法にバラツキが有り、更に、被加工ワークを加工ステーションへ位置決めする際のバラツキ等によって、所定の教示加工プログラムに従って加工ヘッド9がレーザ加工を遂行しているにも関わらず、レーザビームの合焦ズレ等により、安定したレーザ加工を遂行し得ないため、加工品にバラツキが発生する 경우가多々有る。このようなバラツキを解消すべく、加工ヘッド9をロボット機体1のロボット動作で所望の加工中心位置へ位置決めした段階に加工ヘッド9のレーザ出射口9aと被加工ワークの加工面との縦方向距離（垂直距離）を測定して加工プログラムの教示時の縦方向距離に対して測定結果から加工ヘッド9のレーザ出射口9aの位置を縦方向に補正を加え、レーザビームの合焦調節を行うことは従来より実施されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】然しながら、従来の縦方向距離の測定方法において、

（1）レーザロボットの加工ヘッドの先端に静電容量型ハイトセンサ装置を取着し、被加工ワークの加工面と加工ヘッドのレーザ出射口との間の高さ距離を測定する方法の場合、レーザ加工中に飛散するスパッタや加工煙等が、同静電容量型ハイトセンサ装置の先端に付着、堆積して静電容量を徐々に変化させるため、距離測定に誤差を発生してしまい、補正が不正確になると言う問題点がある。

(2) また、光学式ハイトセンサ装置を加工ヘッドの中心軸線に対して傾斜させて取着し、同光学式ハイトセンサ装置の先端の延長線を被加工ワークの加工面上の加工点位置に一致するように設けたものも有るが、このようなハイトセンサ装置を用いた縦方向距離の測定では、ハイトセンサ装置の配置が加工ヘッドの側部から大きく張り出した配置となることを回避できず、故に、レーザ加工過程に周辺と機械的干渉を起こす欠点がある。又、測定光が被加工面に対して斜めに入射するために、戻り光が減少し、結果的に測定誤差を生ずるという問題がある。依って、本発明の目的は、上述した従来のハイトセンサ装置の欠点を解消することが可能なハイトセンサ装置を備えたレーザロボットを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述の発明目的に鑑みて、レーザロボットの加工ヘッドの中心軸線に対して平行に、かつ、加工ヘッドに略密着した可及的に近接した位置にハイトセンサ装置、好ましくは、光学式ハイトセンサ装置を取着し、しかも、加工ヘッドのレーザ出射口とハイトセンサ装置の測定端との3次元空間における距離データを予めロボット制御装置に記憶、保持し、この距離データに基づいてレーザ加工の加工開始点の縦方向距離を直接、自動測定して加工ヘッドのレーザ出射口の縦方向距離を補正するように構成したものである。

【0009】即ち、本発明によれば、レーザロボットの加工ヘッドの中心軸線と平行に、かつ該加工ヘッドとの略密接位置に取付けブラケットを介して取着されると共に被加工ワークの加工面から前記加工ヘッドのレーザビーム出射口までの縦方向距離を自動測定する測定ヘッドを備え、前記加工ヘッドと前記測定ヘッドの中心軸間距離と、前記加工ヘッドと前記測定ヘッドの両先端間の縦方向距離とを既知データとしてロボット制御装置に記憶させたことを特徴とするレーザロボットのハイトセンサ装置が提供されるのである。以下、本発明を添付図面に示す実施例に従って詳細に説明する。

【0010】

【実施例】図1は本発明に係るハイトセンサ装置を備えたレーザロボットの構成、特に、加工ヘッド周辺の構成を示した部分拡大図、図2は、本発明に係るハイトセンサ装置を備えた付加軸機構を有した多関節型レーザロボット機体の一般的な構成を示す正面図、図3は、本発明に係るハイトセンサ装置を備えたレーザロボットの制御機構の構成を示したブロック図である。

【0011】さて、図2と共に図3を参照すると、ロボット制御装置10は、ロボット機体1と二点鎖線で示す信号ラインで結合され、同ロボット機体1の諸可動部の動作を制御してロボット手首7(図2参照)に取着された付加軸機構8に結合されたレーザ出射用の加工ヘッド9を移動または位置決めするように構成されている。こ

のとき、ロボット制御装置10は内蔵するROMから成るメモリ1にロボット制御の基本プログラム等を記憶すると共にRAMから成る書換え可能なメモリ2には入力手段によって入力された種々のレーザ加工用の教示プログラムを記憶し、これらメモリ1および2に記憶された基本、教示プログラムに従って制御回路を形成するCPUおよびインターフェイス11を介してレーザロボット機体1の諸可動部を制御する制御機構を形成している。

【0012】また、このロボット制御装置10のメモリ2には、付加軸機構8によりレーザ加工ヘッド9の送り制御を行って遂行する場合の加工条件と共に、本発明に係るハイトセンサ装置13の先端の測定端13a(図1)の位置と加工ヘッド9のレーザ出射口9a(図2参照)の位置との3次元空間における両位置間の距離データが予め登録されている。ここで、付加軸機構8は、サーボモータから成る2つの駆動モータMA、MBを備え、両駆動モータMA、MBによりレーザ加工ヘッド9を直交二軸座標系内で送り動作を精密に制御する駆動機構として設けられ、従って、ロボット機体1のロボット旋回胴、ロボット上腕、前腕、ロボット手首等の諸可動部を作動させてレーザ加工ヘッド9を直接、所定の加工軌跡に沿って送り動作させることでレーザ加工を遂行する場合よりも例えば既述の小穴加工等の更に高精度のレーザ加工や細密なレーザ加工を遂行する場合に用いられるために設けられている。

【0013】上記付加軸機構8の駆動モータMA、MBはモータ制御部12によって作動制御され、このモータ制御部12は、ロボット制御装置10に接続されて同ロボット制御装置10からの指令信号により、付加軸機構8の駆動モータMA、MBに制御入力を送出する構成を有している。上述したロボット制御装置10による制御に基づいて付加軸機構8を介してレーザ加工ヘッド9を作動させる場合に、本発明に係るハイトセンサ装置13を用いて遂行される被加工ワークの加工面の縦方向距離(Z軸方向距離)の測定と加工ヘッド9の縦方向距離(Z軸方向の高さ寸法)の補正作用に就いて図1～図3により説明する。

【0014】図1を参照すると、本発明に係るハイトセンサ装置13は、レーザロボット機体1の加工ヘッド9に略密接させ、周辺への張出しを極力、抑制した状態でブラケット14を用いて加工ヘッド9の上端域に取着されている。つまり、レーザ加工時における周辺との機械的干渉を極力、回避した構造で設けられている。このハイトセンサ装置13は、好ましくは周知の光学式変位センサによって形成され、測定レーザビームを発出し、その帰還ビームを受光して距離測定を行うものである。ハイトセンサ装置13による距離測定データは、図3に示すようにインターフェイス11を介してロボット制御装置10にフィードバックされ、レーザ出射用の加工ヘッド9のレーザ出射口9aの加工面に対する縦方向位置を

10

20

30

40

50

補正してレーザビームの合焦調整を行うことが可能に構成されている。

【0015】ここで、ハイトセンサ装置13の測定光を発出する測定端13aと加工ヘッド9のレーザビーム出射口9aとの位置的関係はブラケット14による取着時に固定され、その3次元空間における両位置の距離データは、既述のように、予め、ロボット制御装置10のメモリ2に登録、記憶されている。従って、加工ヘッド9により、レーザ加工が遂行される場合には、先ず、レーザロボット機体1のロボット動作により、メモリ2に記憶された上記の距離データとレーザ加工の教示プログラムにおける加工ヘッド9の位置データとから演算することにより、被加工ワークWの加工開始点W1の上方の測定位置(図1の実線位置)へハイトセンサ装置13の測定端13aを位置決めする。即ち、加工ヘッド9のレーザ出射口9aを加工開始点W1へ位置決めするデータを教示プログラムから読み出し、その読み出したデータからハイトセンサ装置13の距離データを加算又は減算することにより、ハイトセンサ装置13の測定端13aを加工開始点W1の上方位置へ位置決めするためのデータをCPUで演算する。そして、その演算結果に従って、レーザロボット機体1はロボット制御装置10の制御により作動し、当該測定端13aを加工開始点W1の直上方位置、つまり、図1に実線で示した測定位置へ位置決めするのである。

【0016】斯くしてワークWの加工開始点W1の上方測定位置へ位置決めされたハイトセンサ装置13により、ワークWの加工開始点W1の縦方向距離(Z軸方向の距離データ)を自動測定する。そして、その測定結果は、ロボット制御装置10のメモリ2へインターフェイス11を介して入力される。

【0017】故に、ロボット制御装置10のCPUは、この入力データに従って、加工ヘッド9のレーザ出射口9aを加工開始点W1の上方における合焦調整位置(レーザビームが加工点に焦点を一致させるための位置)へ位置決めする際のZ軸方向の位置データを教示プログラムに予め記憶された位置データに対して補正を加え、正確な合焦位置へ位置決めする。

【0018】このようにして補正を行った後に、加工ヘッド9を図1に点線で図示した加工位置へ位置決めし、位置決め後にレーザ加工を加工開始点W1から開始すれば、加工ヘッド9のレーザ出射口9aは、正確にレーザビームを加工開始点W1へ合焦させ得るから、高精度のレーザ加工を遂行することができるのである。

【0019】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、レーザロボットの加工ヘッドの直近位置にコンパクトに配置したハイトセンサ装置により、加工ヘッドによる被加工ワークの加工開始点の縦方向(Z軸方向)の位置データを正確に補正することが可能であり、故に、レーザ加工精度を向上させることができる。しかも、本発明によれば、加工ヘッドの直近位置にハイトセンサ装置を設けているために、周辺との機械的な干渉を回避でき、加工ヘッドが例えば自動車の車体の内部領域をレーザ加工を行う場合等でも、容易に加工ヘッドとハイトセンサ装置とを一体で加工領域に接近させて、高精度のレーザ加工を遂行することが可能となる。

【0020】また、加工ヘッドとハイトセンサ装置との両者間の距離データを予めロボット制御装置に記憶、登録することにより、加工開始点へのハイトセンサ装置の位置決め、測定データの演算処理、演算結果に基づく加工ヘッドの高さ距離の補正処理等を自動的に遂行させ得るから、レーザ加工の加工工数の増大を何ら招くことなく、簡単に加工ヘッドの高精度位置決めを達成することが可能となる効果を得ることができる。更に、本発明によれば、単に平板状の被加工ワークのみならず、3次元形状を有した複雑な加工ワークにもハイトセンサ装置を所定の測定位置へ位置決めし、縦方向距離データの測定を実行できるので、3次元形状のワークのレーザ加工精度の向上にも寄与することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るハイトセンサ装置を備えたレーザロボットの構成、特に、加工ヘッド周辺の構成を示した部分拡大図である。

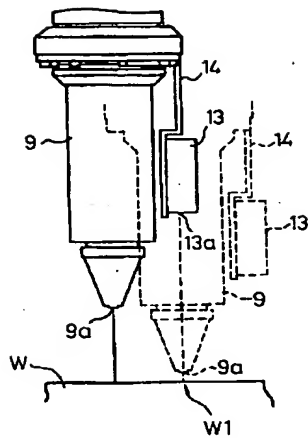
【図2】本発明に係るハイトセンサ装置を備えた付加軸機構を有した多関節型レーザロボット機体の一般的な構成を示す正面図である。

【図3】本発明に係るハイトセンサ装置を備えたレーザロボットの制御機構の構成を示したブロック図である。

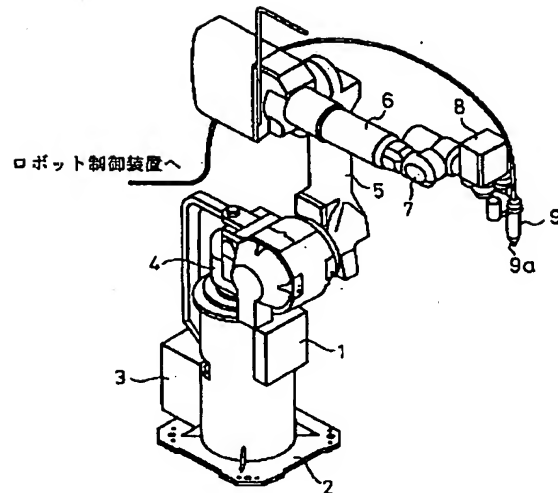
【符号の説明】

- 1…ロボット機体
- 7…ロボット手首
- 8…付加軸機構
- 9…加工ヘッド
- 9a…レーザ出射口
- 10…ロボット制御装置
- 13…ハイトセンサ装置
- 13a…測定端
- 14…ブラケット

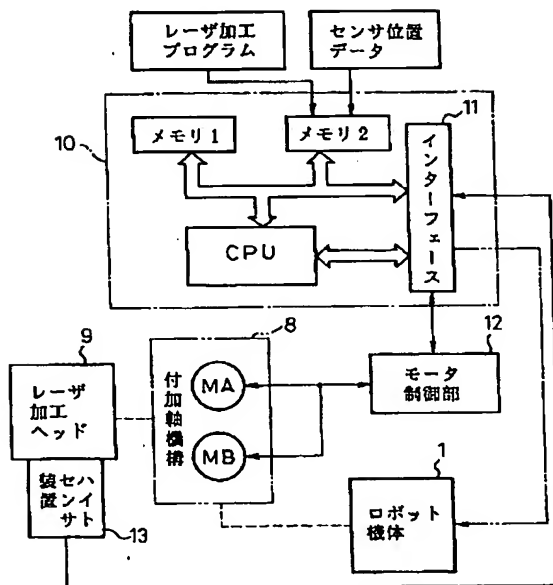
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 康夫  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

(72)発明者 高松 弘  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第2部門第2区分  
 【発行日】平成13年1月9日(2001.1.9)

【公開番号】特開平6-210475  
 【公開日】平成6年8月2日(1994.8.2)  
 【年通号数】公開特許公報6-2105  
 【出願番号】特願平5-4981  
 【国際特許分類第7版】

B23K 26/04  
 26/00  
 26/08

B25J 9/10

【FI】

B23K 26/04 C  
 26/00 M  
 26/08 H  
 B25J 9/10 A

【手続補正書】

【提出日】平成12年1月14日(2000.1.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】レーザロボット

【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザロボットの加工ヘッドの中心軸線と平行に、かつ該加工ヘッドと固定の位置関係を維持するようにハイトセンサ装置の測定ヘッドを取付け、前記加工ヘッドと前記測定ヘッドとの相対位置情報を記憶する手段と、

与えられた加工開始点の位置情報と前記相対位置情報に基づき、前記加工開始点の上方に前記ハイトセンサ装置の測定ヘッドを位置決めするための移動量を求めて移動させる手段と、

該移動後、前記ハイトセンサ装置により測定された距離と前記相対位置情報に基づき、前記加工開始点における被加工ワークの加工面から前記加工ヘッドのレーザビーム出射口までの縦方向距離を求める手段とを備えたことを特徴とするレーザロボット。

【請求項2】レーザロボットの加工ヘッドの中心線と平行に、かつ前記加工ヘッドとの略密接位置であって、該加工ヘッドと固定の位置関係を維持するようにハイトセンサ装置の測定ヘッドを取付け、前記加工ヘッドと前記測定ヘッドとの相対位置情報を記憶する手段と、

与えられた加工開始点の位置情報と前記相対位置情報に基づき、前記加工開始点の上方に前記ハイトセンサ装置の測定ヘッドを位置決めするための移動量を求めて移動させる手段と、

該移動後、前記ハイトセンサ装置により測定された距離と前記相対位置情報に基づき、前記加工開始点における被加工ワークの加工面から前記加工ヘッドのレーザビーム出射口までの縦方向距離を求める手段とを備えたことを特徴とするレーザロボット。

【請求項3】前記相対位置情報は、前記加工ヘッドと前記測定ヘッドの中心軸間距離及び前記加工ヘッドのレーザビーム出射口と前記測定ヘッドの測定端との間の縦方向距離であることを特徴とする請求項1または2に記載のレーザロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザロボットに関し、特に、レーザロボットの先端に具備されたレーザビーム出射用の加工ヘッドを備え、同加工ヘッドを2つの送り駆動モータを有した付加軸装置の制御動作で小径の加工軌跡に沿って送り動作させることにより、加工ヘッドのレーザビーム出射口から出射されるレーザビームによって効率的にワークにレーザ加工を行う構成を具備し、かつハイトセンサ装置を備え、被加工ワークの加工面に対する加工ヘッドのレーザ出射口までの縦方向距離を自動測定して加工開始点における縦方向距離を補正し、高精度のレーザ加工を遂行可能にするレーザロボットに関する。

【0002】

【従来技術】レーザロボット、特に、周知の6軸動作

自由度を有した多関節型レーザロボットにおいて、同ロボットの先端の可動要素である手首に2つの駆動モータを付加的に具備した付加軸機構を備え、同付加軸機構によりレーザ出射用の加工ヘッドを2軸座標平面内で所定の移動軌跡をレーザ加工の送り動作軌跡として作動させ得るようにしたものが周知であり、特に、上記の送り動作軌跡は主として小径の円軌跡からなることにより、ワークに小穴レーザ精密加工を実施するようにしたレーザロボットは既に提案され、実用化されつつある。このような付加軸機構を有した多関節型レーザロボットは、図2に示すロボット機体の一般的な構成を有し、周知のロボット制御装置により作動制御され、所定のレーザ加工作業を遂行する。

【0003】同レーザロボットの機体1は、ロボットベース2に直立されたロボット胴部3の上部に水平平面内で旋回可能なロボット旋回胴4を有し、このロボット旋回胴4の一端に枢着されたロボット上腕5は水平軸心回りに回転可能に設けられ、同ロボット上腕5の先端に枢着されたロボット前腕6は、ロボット上腕5に対して水平軸心回りに回転可能になっており、このロボット前腕6の先端に三次元空間内で3つの相互に直交する軸心回りに回転可能な3自由度のロボット手首7が取着されており、このロボット手首7に取着された付加軸機構8がレーザビーム出射用の加工ヘッド9を有している。

【0004】そして、上記の付加軸機構8には、図示されていないが、2つのサーボモータから成る送り駆動モータが内蔵され、ロボット制御装置の指令に応じて、加工ヘッド9のレーザビーム出射口9aを、例えば、1つの直交2軸座標平面内で所望の軌跡に沿って移動可能に制御し、レーザビームの照射により切断加工、孔明け加工等のレーザ加工を実施できる構成となっている。

【0005】このような付加軸機構8は、主として加工ヘッド9により被加工ワークに小径穴の加工を実施する場合に主として用いるために設けられ、同付加機構8はロボット機体1の6軸系の可動要素（ロボット旋回胴4、ロボット上、前腕5、6、ロボット手首7）が動作しているときには、レーザ加工ヘッド9のレーザ出射口9aを所定の原点位置に停止、保持しており、レーザ加工の開始時には、予め教示された加工プログラムに従ってロボット機体1により、先ず、加工ヘッド9のレーザ出射口9aが所望の被加工小穴の中心位置に設定され、かつ、レーザビームの焦点を同中心位置に合致させるように位置決めが行われる。その後、付加軸機構8の2つの駆動モータが作動して所望の小穴加工軌跡の加工開始点へレーザ出射口9aを移動、位置決めし、同加工開始点から小穴加工軌跡に沿って当該加工ヘッド9を軌跡動作させ、レーザ加工による穿孔加工が行われる。

【0006】然しながら、複数の被加工ワーク間の寸法的なバラツキや同じ被加工ワークでも加工位置の違いにより、ワーク厚さ寸法にバラツキが有り、更に、被加工

ワークを加工ステーションへ位置決めする際のバラツキ等によって、所定の教示加工プログラムに従って加工ヘッド9がレーザ加工を遂行しているにも関わらず、レーザビームの合焦ズレ等により、安定したレーザ加工を遂行し得ないため、加工品にバラツキが発生する場合があります。このようなバラツキを解消すべく、加工ヘッド9をロボット機体1のロボット動作で所望の加工中心位置へ位置決めした段階に加工ヘッド9のレーザ出射口9aと被加工ワークの加工面との縦方向距離（垂直距離）を測定して加工プログラムの教示時の縦方向距離に対して測定結果から加工ヘッド9のレーザ出射口9aの位置を縦方向に補正を加え、レーザビームの合焦調節を行うことは従来より実施されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】然しながら、従来の縦方向距離の測定方法において、

(1) レーザロボットの加工ヘッドの先端に静電容量型ハイトセンサ装置を取着し、被加工ワークの加工面と加工ヘッドのレーザ出射口との間の高さ距離を測定する方法の場合、レーザ加工中に飛散するスパッタや加工煙等が、同静電容量型ハイトセンサ装置の先端に付着、堆積して静電容量を徐々に変化させるため、距離測定に誤差を発生してしまい、補正が不正確になると言う問題点がある。

(2) また、光学式ハイトセンサ装置を加工ヘッドの中心軸線に対して傾斜させて取着し、同光学式ハイトセンサ装置の先端の延長線を被加工ワークの加工面上の加工点位置に一致するように設けたものも有るが、このようなハイトセンサ装置を用いた縦方向距離の測定では、ハイトセンサ装置の配置が加工ヘッドの側部から大きく張り出した配置となることを回避できず、故に、レーザ加工過程に周辺と機械的干渉を起こす欠点がある。又、測定光が被加工面に対して斜めに入射するために、戻り光が減少し、結果的に測定誤差を生ずると言う問題がある。依って、本発明の目的は、上述した従来のハイトセンサ装置の欠点を解消することが可能なハイトセンサ装置を備えたレーザロボットを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述の発明目的に鑑みて、レーザロボットの加工ヘッドの中心軸線に対して平行に、かつ、加工ヘッドに略密着した可及的に近接した位置にハイトセンサ装置、好ましくは、光学式ハイトセンサ装置を取着し、しかも、加工ヘッドのレーザ出射口とハイトセンサ装置の測定端との3次元空間における距離データを予めロボット制御装置に記憶、保持し、この距離データに基づいてレーザ加工の加工開始点の縦方向距離を直接、自動測定して加工ヘッドのレーザ出射口の縦方向距離を補正するように構成したものである。

【0009】即ち、本発明によれば、レーザロボットの



加工ヘッドの中心軸線と平行に、かつ該加工ヘッドと固定の位置関係を維持するようにハイトセンサ装置の測定ヘッドを取付け、前記加工ヘッドと前記測定ヘッドとの相対位置情報を記憶する手段と、与えられた加工開始点の位置情報と前記相対位置情報に基づき、前記加工開始点の上方に前記ハイトセンサ装置の測定ヘッドを位置決めするための移動量を求めて移動させる手段と、該移動後、前記ハイトセンサ装置により測定された距離と前記相対位置情報に基づき、前記加工開始点における被加工ワークの加工面から前記加工ヘッドのレーザビーム出射口までの縦方向距離を求める手段とを備えたレーザロボットが提供されるのである。更に、本発明によれば、レーザロボットの加工ヘッドの中心線と平行に、かつ前記加工ヘッドとの略密接位置であって、該加工ヘッドと固定の位置関係を維持するようにハイトセンサ装置の測定ヘッドを取付け、前記加工ヘッドと前記測定ヘッドとの相対位置情報を記憶する手段と、与えられた加工開始点の位置情報と前記相対位置情報に基づき、前記加工開始点の上方に前記ハイトセンサ装置の測定ヘッドを位置決めするための移動量を求めて移動させる手段と、該移動後、前記ハイトセンサ装置により測定された距離と前記相対位置情報に基づき、前記加工開始点における被加工ワークの加工面から前記加工ヘッドのレーザビーム出射口までの縦方向距離を求める手段とを備えたレーザロボットが提供される。なお、好ましくは、上記相対位置情報は、上記加工ヘッドと上記測定ヘッドの中心軸間距離及び上記加工ヘッドのレーザビーム出射口と上記測定ヘッドの測定端との間の縦方向距離である。以下、本発明を添付図面に示す実施例に従って詳細に説明する。

【0010】

【実施例】図1は本発明に係るハイトセンサ装置を備えたレーザロボットの構成、特に、加工ヘッド周辺の構成を示した部分拡大図、図2は、本発明に係るハイトセンサ装置を備えた付加軸機構を有した多関節型レーザロボット機体の一般的な構成を示す正面図、図3は、本発明に係るハイトセンサ装置を備えたレーザロボットの制御機構の構成を示したブロック図である。

【0011】さて、図2と共に図3を参照すると、ロボット制御装置10は、ロボット機体1と二点鎖線で示す信号ラインで結合され、同ロボット機体1の諸可動部の動作を制御してロボット手首7（図2参照）に取着された付加軸機構8に結合されたレーザ出射用の加工ヘッド9を移動または位置決めするように構成されている。このとき、ロボット制御装置10は内蔵するROMから成るメモリ1にロボット制御の基本プログラム等を記憶すると共にRAMから成る書換え可能なメモリ2には入力手段によって入力された種々のレーザ加工用の教示プログラムを記憶し、これらメモリ1および2に記憶された基本、教示プログラムに従って制御回路を形成するCPUおよびインターフェイス11を介してレーザロボット

機体1の諸可動部を制御する制御機構を形成している。

【0012】また、このロボット制御装置10のメモリ2には、付加軸機構8によりレーザ加工ヘッド9の送り制御を行って遂行する場合の加工条件と共に、本発明に係るハイトセンサ装置13の先端の測定端13a（図1）の位置と加工ヘッド9のレーザ出射口9a（図2参照）の位置との3次元空間における両位置間の距離データが予め登録されている。ここで、付加軸機構8は、サーボモータから成る2つの駆動モータMA、MBを備え、両駆動モータMA、MBによりレーザ加工ヘッド9を直交二軸座標系内で送り動作を精密に制御する駆動機構として設けられ、従って、ロボット機体1のロボット旋回胴、ロボット上腕、前腕、ロボット手首等の諸可動部を動作させてレーザ加工ヘッド9を直接、所定の加工軌跡に沿って送り動作させることでレーザ加工を遂行する場合よりも例えば既述の小穴加工等の更に高精度のレーザ加工や細密なレーザ加工を遂行する場合に用いられるために設けられている。

【0013】上記付加軸機構8の駆動モータMA、MBはモータ制御部12によって作動制御され、このモータ制御部12は、ロボット制御装置10に接続されて同ロボット制御装置10からの指令信号により、付加軸機構8の駆動モータMA、MBに制御入力を送出する構成を有している。上述したロボット制御装置10による制御に基づいて付加軸機構8を介してレーザ加工ヘッド9を作動させる場合に、本発明に係るハイトセンサ装置13を用いて遂行される被加工ワークの加工面の縦方向距離（Z軸方向距離）の測定と加工ヘッド9の縦方向距離（Z軸方向の高さ寸法）の補正作用に就いて図1～図3により説明する。

【0014】図1を参照すると、本発明に係るレーザロボットのハイトセンサ装置13は、レーザロボット機体1の加工ヘッド9に略密接させ、周辺への張出しを極力、抑制した状態でブラケット14を用いて加工ヘッド9の上端域に取着されている。つまり、レーザ加工時における周辺との機械的干渉を極力、回避した構造で設けられている。このハイトセンサ装置13は、好ましくは周知の光学式変位センサによって形成され、測定レーザビームを発出し、その帰還ビームを受光して距離測定を行うものである。ハイトセンサ装置13による距離測定データは、図3に示すようにインターフェイス11を介してロボット制御装置10にフィードバックされ、レーザ出射用の加工ヘッド9のレーザ出射口9aの加工面に対する縦方向位置を補正してレーザビームの合焦調整を行うことが可能に構成されている。

【0015】ここで、ハイトセンサ装置13の測定光を発出する測定端13aと加工ヘッド9のレーザビーム出射口9aとの位置的関係はブラケット14による取着時に固定され、その3次元空間における両位置の距離データは、既述のように、予め、ロボット制御装置10のメ

メモリ2に登録、記憶されている。従って、加工ヘッド9により、レーザ加工が遂行される場合には、先ず、レーザロボット機体1のロボット動作により、メモリ2に記憶された上記の距離データとレーザ加工の教示プログラムにおける加工ヘッド9の位置データとから演算することにより、被加工ワークWの加工開始点W1の上方の測定位置（図1の実線位置）へハイトセンサ装置13の測定端13aを位置決めする。即ち、加工ヘッド9のレーザ出射口9aを加工開始点W1へ位置決めするデータを教示プログラムから読出し、その読み出したデータからハイトセンサ装置13の距離データを加算又は減算することにより、ハイトセンサ装置13の測定端13aを加工開始点W1の上方位置へ位置決めするためのデータをCPUで演算する。そして、その演算結果に従って、レーザロボット機体1はロボット制御装置10の制御により作動し、当該測定端13aを加工開始点W1の直上方位置、つまり、図1に実線で示した測定位置へ位置決めするのである。

【0016】斯くしてワークWの加工開始点W1の上方測定位置へ位置決めされたハイトセンサ装置13により、ワークWの加工開始点W1の縦方向距離（Z軸方向の距離データ）を自動測定する。そして、その測定結果は、ロボット制御装置10のメモリ2へインターフェイス11を介して入力される。

【0017】故に、ロボット制御装置10のCPUは、この入力データに従って、加工ヘッド9のレーザ出射口9aを加工開始点W1の上方における合焦調整位置（レーザビームが加工点に焦点を一致させるための位置）へ位置決めする際のZ軸方向の位置データを教示プログラムに予め記憶された位置データに対して補正を加え、正確な合焦位置へ位置決めする。

【0018】このようにして補正を行った後に、加工ヘッド9を図1に点線で図示した加工位置へ位置決めし、位置決め後にレーザ加工を加工開始点W1から開始すれば、加工ヘッド9のレーザ出射口9aは、正確にレーザビームを加工開始点W1へ合焦させ得るから、高精度のレーザ加工を遂行することができるのである。

【0019】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、レーザロボットの加工ヘッドの直近位置にコンパクトに配置したハイトセンサ装置により、加工ヘッドによる被加工ワークの加工開始点の縦方向（Z軸方

向）の位置データを正確に補正することが可能であり、故に、レーザ加工精度を向上させることができる。しかも、本発明のレーザロボットによれば、加工ヘッドの直近位置にハイトセンサ装置を設けているために、周辺との機械的な干渉を回避でき、加工ヘッドが例えば自動車の車体の内部領域をレーザ加工を行う場合等でも、容易に加工ヘッドとハイトセンサ装置とを一体で加工領域に接近させて、高精度のレーザ加工を遂行することが可能となる。

【0020】また、加工ヘッドとハイトセンサ装置との両者間の距離データを予めロボット制御装置に記憶、登録することにより、加工開始点へのハイトセンサ装置の位置決め、測定データの演算処理、演算結果に基づく加工ヘッドの高さ距離の補正処理等を自動的に遂行させ得るから、レーザ加工の加工工数の増大を何ら招くことなく、簡単に加工ヘッドの高精度位置決めを達成することが可能となる効果を得ることができる。更に、本発明によれば、単に平板状の被加工ワークのみならず、3次元形状を有した複雑な加工ワークにもハイトセンサ装置を所定の測定位置へ位置決めし、縦方向距離データの測定を実行できるので、3次元形状のワークのレーザ加工精度の向上にも寄与することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る、ハイトセンサ装置を備えたレーザロボットの構成、特に、加工ヘッド周辺の構成を示した部分拡大図である。

【図2】本発明に係る、ハイトセンサ装置を備えた付加軸機構を有した多関節型レーザロボット機体の一般的な構成を示す正面図である。

【図3】本発明に係る、ハイトセンサ装置を備えたレーザロボットの制御機構の構成を示したブロック図である。

【符号の説明】

- 1…ロボット機体
- 7…ロボット手首
- 8…付加軸機構
- 9…加工ヘッド
- 9a…レーザ出射口
- 10…ロボット制御装置
- 13…ハイトセンサ装置
- 13a…測定端
- 14…ブラケット